

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-106151

(43)公開日 平成8年(1996)4月23日

(51)Int.Cl.⁶G 0 3 F 1/08
H 0 1 L 21/027

識別記号

A

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H 0 1 L 21/ 30

5 0 2 P

5 2 8

審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全 8 頁)

(21)出願番号 特願平6-239817

(22)出願日 平成6年(1994)10月4日

(71)出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72)発明者 三田 勲

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ
ー株式会社内

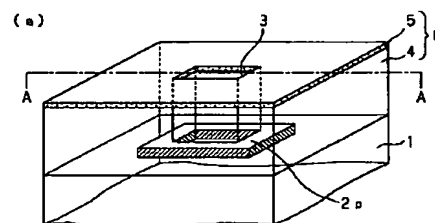
(74)代理人 弁理士 小池 晃 (外2名)

(54)【発明の名称】 位相シフト・マスクおよびその製造方法

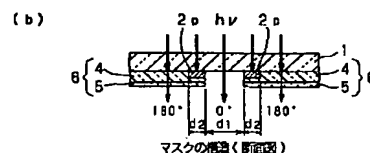
(57)【要約】

【構成】 SOG膜4と低透過性Cr膜5（膜厚20nm程度）との積層体からなるハーフトーン位相シフト6を有するコンタクトホール露光用のハーフトーン型位相シフト・マスクにおいて、コンタクトホールに対応する開口部3の周囲に正方枠状の遮光性Cr膜パターン2p（膜厚40nm程度）を配する。これにより、遮光性Cr膜パターン2pに対応するウェハ上の領域で光振幅分布曲線を不連続とし、光強度分布曲線の2次ピークを消失させる。

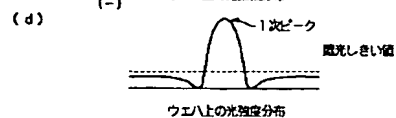
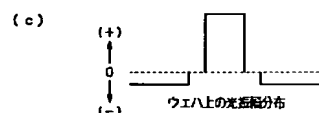
【効果】 従来、2次ピークの存在ゆえに10%前後に制限されていたシフト形成部の1線（波長365nm）の透過率を上げ、結像に寄与する1次ピークの強度と傾きを増大させ、コントラストを改善することができる。この光透過率を15%程度に設定すれば、焦点深度の最も大きい条件でコンタクトホール露光を行うことができる。



ハーフトーン位相シフト・マスクの構造（斜視図）



マスクの構造（断面図）



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 透明基板と、

前記透明基板上に所定のパターンをもって形成されたハーフトーン位相シフトと、

前記透明基板上における前記ハーフトーン位相シフトの形成領域と非形成領域との境界近傍の光透過率を低下させる遮光材パターンからなる位相シフト・マスク。

【請求項2】 前記ハーフトーン位相シフトの非形成領域は接続孔パターンに対応する開口部であり、前記遮光材パターンは該開口部のエッジに沿って該ハーフトーン位相シフトの厚さ方向の少なくとも一部を占めるごとく形成されてなる請求項1記載の位相シフト・マスク。

【請求項3】 前記ハーフトーン位相シフトは、前記基板とは光学定数の異なる透明材料層とこれより光透過率の低い低透過率膜との積層体より構成される請求項1または請求項2に記載の位相シフト・マスク。

【請求項4】 前記透明材料層は塗布ガラス層よりなる請求項3記載の位相シフト・マスク。

【請求項5】 前記低透過率膜は所定の光透過率を示し得る厚さのCr薄膜よりなる請求項3または請求項4に記載の位相シフト・マスク。

【請求項6】 前記遮光材パターンは遮光性を示し得る厚さのCr薄膜より構成される請求項1ないし請求項5のいずれか1項に記載の位相シフト・マスク。

【請求項7】 透明基板上に遮光材パターンを形成する工程と、

基体の全面に前記基板とは光学定数の異なる透明材料層とこれより光透過率の低い低透過率膜とを順次形成する工程と、

前記低透過率膜と前記透明材料層とを前記遮光材パターンの一方のエッジに合わせてパターンニングすることによりハーフトーン型の位相シフトを形成する工程とを有する位相シフト・マスクの製造方法。

【請求項8】 透明基板上に遮光材パターンを形成する工程と、

基体の全面に低透過率膜とこれより光透過率が高く前記基板とは光学定数の異なる透明材料層とを順次形成する工程と、

前記透明材料層と前記低透過率膜とを前記遮光材パターンの一方のエッジに合わせてパターンニングすることによりハーフトーン位相シフトを形成する工程とを有する位相シフト・マスクの製造方法。

【請求項9】 前記低透過率膜として所定の光透過率を示し得る厚さのCr薄膜を用いる請求項7または請求項8に記載の位相シフト・マスクの製造方法。

【請求項10】 前記透明材料層として塗布ガラス層を用いる請求項7ないし請求項9のいずれか1項に記載の位相シフト・マスクの製造方法。

【請求項11】 前記遮光材パターンは遮光性を示し得る厚さのCr薄膜より構成される請求項7ないし請求項

2

10のいずれか1項に記載の位相シフト・マスクの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は半導体装置の製造分野等においてフォトリソグラフィ用のマスク（レチクル）として使用される位相シフト・マスクに関し、特にいわゆるハーフトーン型位相シフト・マスクのハーフトーン領域の光透過率を上昇させることによるコントラストと焦点深度の改善に関する。また、かかる位相シフト・マスクを容易に製造する方法に関する。

【0002】

【従来の技術】半導体産業においては、次世代LSIである64MDRAMの量産が目前に迫り、デザイン・ルール0.35μmレベルの安定した微細加工技術が要求されている。

【0003】かかる微細加工の要となってきた技術はフォトリソグラフィであり、その進歩は露光波長の短波長化、およびステッパ（縮小投影露光装置）の縮小投影レンズの高開口数（NA）化に支えられてきた。このうち、短波長化に関しては、KrFエキシマ・レーザ光（248nm）を用いる遠紫外線リソグラフィが有望であるが、十分な性能を有するレジスト材料の開発が遅れており、直ちに量産現場へ導入することは難しい。

【0004】これに対し、露光光の高調波成分を利用して解像度を上昇させるいわゆる超解像技術により、従来の高圧水銀ランプを光源とするi線（365nm）リソグラフィを延命しようとする試みも数多く行われている。

【0005】超解像技術として脚光を浴びている技術のひとつに、位相シフト法がある。これは、g線（436nm）以前のフォトリソグラフィが主として光の振幅分布情報を利用していたのに対し、振幅分布情報に加えて位相情報を利用するものである。すなわち、ガラスや石英等の透明材料からなる基板上に、これとは屈折率の異なる材料からなる位相シフトを通常180°の位相差を与える厚さに形成してフォトマスクの透過光に局所的な位相差を発生させ、透過光相互の干渉を利用して解像度の向上を図るものである。

【0006】位相シフト法による解像度向上の原理は、空間周波数変調とエッジ強調とに大別され、これらの原理とマスク構造の組み合わせにより様々な種類の位相シフト・マスクが提案されている。このうち、後者のエッジ強調は、コンタクトホールのような孤立パターンに対して解像度の改善効果が大きい。中でも、このエッジ強調型の一種であるハーフトーン型の位相シフト・マスクは、基板上に光透過率の低い位相シフトを形成したものであり、製造が比較的容易でパターン形状依存性を持たない。このため、メモリ系デバイスのみならずロジック系デバイスにも適用でき、実用化が最も有力視されてい

るものである。

【0007】コンタクトホール露光用に従来用いられているハーフトーン型位相シフト・マスクの要部を、図12の(a)図に示す。このマスクは、石英等の透明材料からなる透明基板11上に膜厚20nm程度の薄い低透過性Cr膜12と、該透明基板11とは屈折率の異なる塗布ガラス(SOG: スピン・オン・ガラス)等からなる透明材料層14とを順次形成し、これらを共通パターンで加工することにより、コンタクトホールに対応する開口部13を有するハーフトーン位相シフト15が形成されてなるものである。

【0008】図12の(b)図は、(a)図のB-B線断面図[ただし、(a)図より縮小し、かつ倒立させてある。]である。このマスクに透明基板11側から露光光h_vが入射すると、開口部13からは入射光と同位相で強度もほぼ等しい透過光が射出するが、ハーフトーン位相シフト15の形成領域からは低透過性Cr膜12により強度が減衰され、かつ透明材料層14により位相が180°反転された透過光が得られる。

【0009】このマスクにより得られるウェハ上の光振幅分布は図12の(c)図、またウェハ上の光強度分布は図12の(d)図にそれぞれ示されるとおりとなる。ただし、通常用いられる縮小投影露光装置(ステッパ)では縮小比がたとえば1/5であるため、これらの図面の縮尺は(b)図と等しくはない。実際にウェハ上のフォトリソ膜が解像する領域は、(d)図中、透過光強度が点線で表される露光しきい値を超える領域であり、主として1次ピークの寄与で微細なコンタクトホールを優れたコントラストをもって形成できることがわかる。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上述のハーフトーン型位相シフト・マスクには、低透過性Cr膜12の光透過率を変化させると、結像に寄与する1次ピークの強度が変化する性質がある。ここで、上記マスクをi線ステッパ(露光波長365nm, 開口数NA=0.57, コヒーレンシ・ファクタσ=0.30)に搭載し、フォーカスずれに対するコンタクトホール径の変動がCr膜12の光透過率Tに依存する様子をシミュレートした結果を図13に示す。低透過性Cr膜12の光透過率Tは、膜厚で制御した。この図より、コンタクトホール径の変動がもっとも小さい場合、すなわち焦点深度が大きくコンタクトホールを最も安定して解像できる場合は、光透過率T=15%の時であることがわかる。

【0011】しかしながら、1次ピークの強度上昇は、位相シフトのエッジ部における回折に起因して発生する不要な2次ピークの強度上昇も同時に招く。この様子を図14に示す。この図において、光透過率T=15%を示す曲線の2次ピークは露光しきい値を超えており、誤って解像される虞れがある。このような2次ピークの解

像を避けるために、一般的なハーフトーン型位相シフト・マスクのシフト形成領域の光透過率は10%程度に設定されている。つまり、解像の正確さを優先し、焦点深度が犠牲にされているのが現状である。

【0012】ハーフトーン型位相シフト・マスクには、上述のように低透過性Cr膜と透明材料層(SOG)とを用いるものの他、アモルファス・カーボン膜、Cr含有SiO₂膜、MoSiO膜あるいはMoSiON膜等の材料膜を単層で用いるものも知られている。しかし、いずれの材料膜も研究段階にあり、現有の技術で対応できるものではない。

【0013】そこで本発明は、優れた解像度を維持しながら焦点深度を拡大し、たとえばコンタクトホール解像の安定性も高めることが可能なハーフトーン型位相シフト・マスクと、およびその実用的な製造方法を提供することを目的とする。

【0014】

【課題を解決するための手段】本発明の位相シフト・マスクは、上述の目的に鑑みて提案されるものであり、透明基板と、上記透明基板上に所定のパターンをもって形成されたハーフトーン位相シフトと、上記透明基板上における上記ハーフトーン位相シフトの形成領域と非形成領域との境界近傍の光透過率を低下させる遮光材パターンからなるものである。

【0015】ここで、上記ハーフトーン位相シフトの非形成領域は接続孔パターンに対応する開口部であり、上記遮光材パターンは該開口部のエッジに沿って該ハーフトーン位相シフトの厚さ方向の少なくとも一部を占めるごとく形成されて好適である。上記遮光材パターンの最適幅は、開口部の開口幅との関連において決まる。その絶対値は、デザイン・ルールにより異なるので一概に数値化することはできないが、2次ピークの発生部位を遮光できることが必要条件である。一般的には、開口幅の35%程度に選択されていれば良い。遮光材パターンの幅が狭すぎると2次ピークの発生を抑制することができず、また必要以上に広すぎるとマスクが実質的にハーフトーン型として機能しなくなる。

【0016】上記ハーフトーン位相シフトは、上記基板とは光学定数の異なる透明材料層とこれより光透過率の低い低透過率膜との積層体より構成することができる。この透明材料層としては塗布ガラス層、また低透過率膜としては所定の光透過率を示し得る厚さのCr薄膜を用いることができる。さらに、上記遮光材パターンは遮光性を示し得る厚さのCr薄膜より構成することができる。Cr薄膜の膜厚と光透過率との間には、たとえば露光光としてi線(365nm)を用いた場合、図4のグラフに示される直線関係が成り立つことが知られており、膜厚40nmでほぼ完全な遮光膜となる。所定の光透過率を示し得る膜厚は、このグラフから求めることができる。

【0017】一方、かかる位相シフト・マスクを製造する本発明の製造方法は、透明基板上に遮光材パターンを形成する工程と、基体の全面に上記基板とは光学定数の異なる透明材料層とこれより光透過率の低い低透過率膜とを順次形成する工程と、上記低透過率膜と上記透明材料層とを上記遮光材パターンの一方のエッジに合わせてパターンニングすることによりハーフトーン型の位相シフトを形成する工程とを経るものである。あるいは、この透明材料層と低透過率膜との積層順を逆にしても良い。

【0018】上記低透過率膜としては所定の光透過率を示し得る厚さのCr薄膜、上記透明材料層としては塗布ガラスを用いることができる。また、上記遮光材パターンとしては遮光性を示し得る厚さのCr薄膜を用いることができる。

【0019】

【作用】本発明の位相シフト・マスクは、ハーフトーン位相シフトの形成領域と非形成領域との境界近傍の光透過率を低下させる遮光材パターンを有しているため、位相シフトのエッジ部における露光光の回折に起因する2次ピーク発生が防止される。このため、シフト形成領域の光透過率を現行の主流値よりも上昇させ、結像に寄与する1次ピークの強度を高め、これにより1次ピークの傾きを急峻としてコントラストを改善することができる。また、光透過率の最適化のマージンが広がることにより、たとえばコンタクトホールを露光する場合のフォーカスずれに対するホール径の変動の少ない条件を2次ピークの制約を受けることなく選択することが可能となる。つまり、焦点深度を拡大することができる。

【0020】かかる位相シフト・マスクは、遮光材パターンとして厚いCr膜、低透過率膜として薄いCr膜、透明材料層として塗布ガラスを用いることで、1線リソグラフィもしくはエキシマ・レーザ・リソグラフィに適したマスクとして提供される。このマスクの製造に際しては、透明基板上にまず厚いCr膜（遮光材パターン）を形成し、この上に塗布ガラス層（透明材料層）と薄いCr膜（低透過率膜）とをこの順もしくは逆の順に積層した積層体を形成し、この積層体を上記遮光材パターンのエッジの一方に合わせてパターンニングするので、塗布ガラス層により表面が平坦化された位相シフト・マスクを、既存の技術の応用で容易に精度良く作製することが

【0021】

【実施例】以下、本発明の具体的な実施例について説明する。

【0022】実施例1

本実施例は、コンタクト・ホール・パターンの開口端の周囲に遮光材パターンを配したハーフトーン型位相シフト・マスクの構成例である。

【0023】本実施例で構成したハーフトーン型位相シフト・マスクの要部斜視図を図1の(a)図に、またそ

のA-A線断面図を(b)図に示す。ただし、(b)図の縮尺は(a)図より小さく、かつ天地は逆転させてある。このマスクは、縮小比1/5のi線ステッパを用いて直径0.35 μ mのコンタクトホール・パターンをウェハ上に解像させるためのものである。その構成は、たとえば厚さ6.3mmの石英基板1（屈折率 $n=1.47$ 、消衰係数 $k=0.000$ ）上に、透明材料層として膜厚約183nmのSOG膜4（ $n=1.44$ 、 $k=0.003$ ）と低透過率膜として薄い低透過性Cr膜5を順次積層して積層体を形成し、この積層体に1辺の長さ $d_1=2.1\mu$ m（ウェハ上の寸法は0.42 μ m）の正方形の開口部3を形成してハーフトーン位相シフト6となし、該開口部3の底面の周囲に遮光材パターンとして膜厚約40nm、幅 $d_2=0.75\mu$ m（ウェハ上の寸法は0.15 μ m）の遮光性Cr膜パターン2pを配したものである。ここで、上記低透過性Cr膜5の光透過率は、図4に示したデータにもとづき、5~20%（Cr膜厚換算で33~15nm）の範囲に設定した。また、上述の遮光性Cr膜パターン2pの幅 d_2 は、開口部の1辺の長さ d_1 の36%弱に相当している。

【0024】このマスクに石英基板1側から露光光h ν が入射すると、開口部3からは入射光と同位相で強度もほぼ等しい透過光が出射し、ハーフトーン位相シフト6の形成領域からは低透過性Cr膜5により強度が減衰され、かつSOG膜4により位相が180°反転された透過光が得られる。しかし、遮光性Cr膜パターン2pに入射した露光光は、石英基板1の反対側へは出射しない。

【0025】このマスクにより得られるウェハ上の光振幅分布を図1の(c)図、またウェハ上の光強度分布を図1の(d)図にそれぞれ示す。ただし、通常用いられる縮小投影露光装置（ステッパ）では縮小比が1/5であるため、これらの図面の縮尺は(b)図と等しくはない。上記の光振幅分布が従来の分布（図12の(c)図を参照。）と異なるところは、光の振幅がプラス(+)からマイナス(-)へ切り替わる部分が遮光性Cr膜パターン2pの存在により不連続となっていることである。このため、図(d)の光強度分布曲線には2次ピークが現れていない。

【0026】次に、このハーフトーン型位相シフト・マスクをi線ステッパ（NA=0.57、 $\sigma=0.3$ ）に搭載し、フォトリソ膜上に転写されるコンタクトホール径がフォーカスずれに対してどの程度変動するかを、低透過性Cr膜5の光透過率を変えながらシミュレートした。低透過性Cr膜5の光透過率は、 $T=5\%$ （Cr膜厚33nm）、 $T=10\%$ （同27nm）、 $T=15\%$ （同21nm）、 $T=20\%$ （同15nm）の4段階に設定した。結果を図2に示す。この図より、 $\pm 0.75\mu$ mのフォーカスずれに対して影響が最も少ないのは、 $T=15\%$ の場合であることがわかった。

【0027】図4には、 $T=10\%$ 、 $T=15\%$ 、 $T=20\%$ の各場合について得られたウェハ上の光強度分布を示す。この図をみると、 $T=15\%$ の場合はもちろん、光透過率を20%まで上げて、開口部3以外の領域において光強度が露光しきい値以下に抑えられていることがわかる。これに対して従来は、 $T=15\%$ の条件を利用したくても、2次ピークが露光しきい値を超えてしまうために、コンタクトホール径の変動の大きい $T=10\%$ の条件を使わざるを得なかった。

【0028】コンタクトホール・パターンの転写は、あらゆるフォトリソグラフィの中でも最も焦点深度の確保が困難なプロセスである。しかし、本発明の位相シフト・マスクを用いれば、ハーフトーン位相シフトの形成領域の光透過率 T を15%としても、寸法変動の少ないコンタクトホール・パターンを優れた解像度をもって形成できることが明らかである。

【0029】実施例2

本実施例では、実施例1で上述したハーフトーン型位相シフト・マスクの製造方法を、図5ないし図8を参照しながら説明する。

【0030】まず、図5に示されるように、石英基板1上にスパッタリング法により厚さ40nmの遮光性Cr膜2を全面堆積させた。次に、これを図示されない電子ビーム・レジストを用いてパターンニングし、図6に示されるような正方枠状の遮光性Cr膜パターン2pを形成した。

【0031】次に、図7に示されるように、基体上にSOG膜4をスピコートしてその表面を平坦化し、さらにスパッタリングにより厚さ21nmの低透過性Cr膜5を成膜した。さらに、図示されない電子ビーム・レジスト・マスクを用いて上記低透過性Cr膜5とSOG膜4とをドライエッチングし、遮光性Cr膜パターン2pの内側のエッジに合わせた開口部3を形成した。

【0032】なお、SOG膜と低透過性Cr膜との積層順は、上述の順序と逆にしても良い。この場合のプロセスは、図9ないし図11に示されるとおりとなる。すなわち、図9に示されるように遮光性Cr膜パターン2pを被覆して低透過性Cr膜7を成膜し、次に図10に示されるようにSOG膜4で基体の表面を平坦化する。この後、図11に示されるように、遮光性Cr膜パターン2pの開口部3に合わせてSOG膜4と低透過性Cr膜7とをエッチングしてハーフトーン位相シフト8を形成する。なお、このエッチングは図示されないレジスト・マスクを用いて各膜ごとに最適条件を設定しながら行うが、下地の石英基板1と接する膜が低透過性Cr膜7であるため、エッチングの終点判定が容易で選択比も確保し易いというメリットがある。このマスクの光学性能は、前出の図8に示されたマスクとほぼ同じである。

【0033】以上、本発明を2例の実施例にもとづいて説明したが、本発明はこれらの実施例に何ら限定される

ものではない。

【0034】たとえば、マスク基板としては石英基板の他、ガラス基板を用いても良い。また、上述の実施例はi線露光用マスクを前提として説明したが、KrF等の光源を用いたエキシマ・レーザ露光用マスクも同様に構成することができる。この他、デザイン・ルール、マスクを構成する各膜の厚さ、光学定数、成膜方法も適宜変更可能である。

【0035】

【発明の効果】以上の説明からも明らかなように、本発明の位相シフト・マスクによれば不要な2次ピークを抑え、たとえばコンタクトホール露光において焦点深度を拡大できる条件を2次ピークの制約を受けずに選択することが可能となる。これにより、従来一般的なハーフトーン型位相シフト・マスクのシフト形成領域の光透過率10%を15%、あるいはそれ以上に上昇させ、結像に寄与する1次ピークの強度を高めてその傾きを急峻となし、結果的にコントラストを改善することができる。また、本発明の位相シフト・マスクは、現有の技術の応用で製造することができ、この意味においても実用性は極めて高い。

【0036】本発明は、i線リソグラフィの延命策として極めて有望であり、デザイン・ルール0.35 μ mが要求される次世代の64MDRAM、16MSRAM等の高集積化メモリ・デバイス、あるいはロジック系デバイスを、高い信頼性をもって製造することが可能となる。もちろん、エキシマ・レーザ・リソグラフィを適用した次々世代以降の高集積化デバイスの製造にも有効である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明を適用したコンタクトホール露光用のハーフトーン型位相シフト・マスクの構成および光学性能を説明する図であり、(a)図は要部斜視図、(b)図は要部断面図、(c)図はこのマスクを用いた場合のウェハ上の光振幅分布、(d)図はウェハ上の光強度分布をそれぞれ表す。

【図2】本発明のハーフトーン型位相シフト・マスクによるコンタクトホール露光において、フォーカスずれに対するコンタクトホール径の変動のシミュレーション結果を表す特性図である。

【図3】本発明のハーフトーン型位相シフト・マスクによるコンタクトホール露光において、ウェハ上の光強度分布のシミュレーション結果を表す特性図である。

【図4】Cr薄膜の膜厚とi線透過率との関係を示す特性図である。

【図5】図1に示したハーフトーン型位相シフト・マスクの製造プロセスにおいて、石英基板上に遮光性Cr膜を成膜した状態を示す模式的断面図である。

【図6】図5の遮光性Cr膜をパターンニングした状態を示す模式的断面図である。

【図7】図6の基体をSOG膜で平坦化し、さらに低透過性Cr膜を成膜した状態を示す模式的断面図である。

【図8】図7のSOG膜と低透過性Cr膜をパターニングしてハーフトーン位相シフトを形成した状態を示す模式的断面図である。

【図9】本発明を適用したコンタクトホール露光用のハーフトーン型位相シフト・マスクの他の構成例を製造するプロセスにおいて、石英基板上でパターニングされた遮光性Cr膜を低透過性Cr膜で被覆した状態を示す模式的断面図である。

【図10】図9の基体表面をSOG膜で平坦化した状態を示す模式的断面図である。

【図11】図10のSOG膜と低透過性Cr膜をパターニングしてハーフトーン位相シフトを形成した状態を示す模式的断面図である。

【図12】従来のコンタクトホール露光用のハーフトーン型位相シフト・マスクの構成および光学性能を説明する図であり、(a)図は要部斜視図、(b)図は要部断

面図、(c)図はこのマスクを用いた場合のウェハ上の光振幅分布、(d)図はウェハ上の光強度分布をそれぞれ表す。

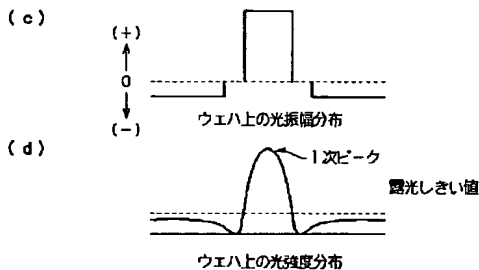
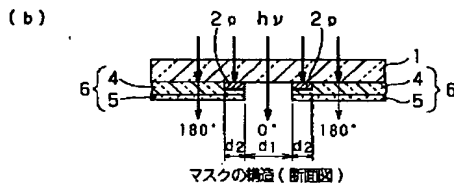
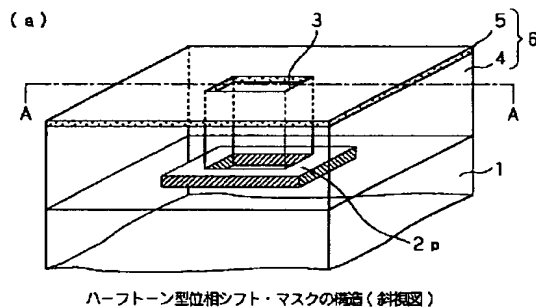
【図13】本発明のハーフトーン型位相シフト・マスクによるコンタクトホール露光において、フォーカスずれに対するコンタクトホール径の変動のシミュレーション結果を表す特性図である。

【図14】従来のハーフトーン型位相シフト・マスクによるコンタクトホール露光において、ウェハ上の光強度分布のシミュレーション結果を表す特性図である。

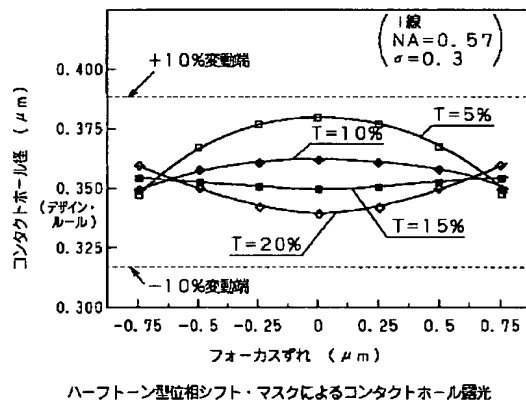
【符号の説明】

- 1 石英基板
- 2 遮光性Cr膜
- 2p 遮光性Cr膜パターン
- 3 開口部
- 4 SOG膜
- 5, 7 低透過性Cr膜
- 6, 8 ハーフトーン位相シフト

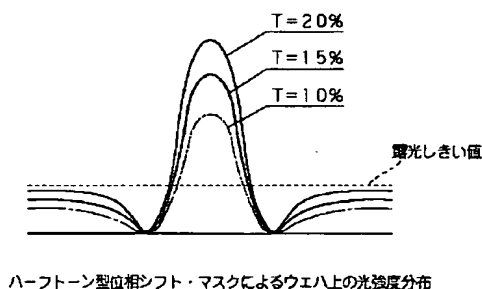
【図1】



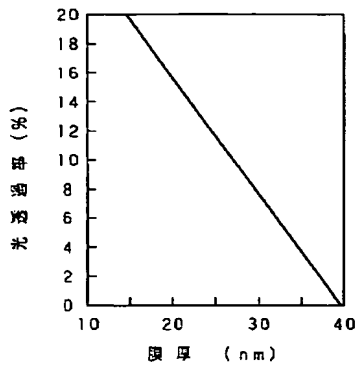
【図2】



【図3】

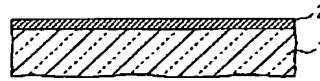


【図4】

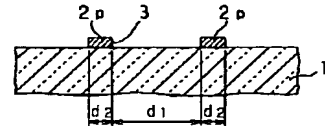


1線 (365 nm) における Cr 薄膜の膜厚と光透過率の関係

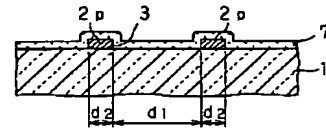
【図5】



【図6】

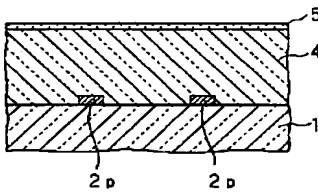


【図9】

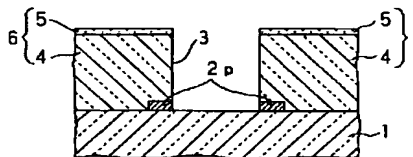


【図10】

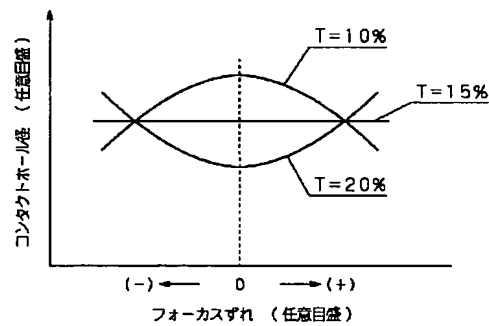
【図7】



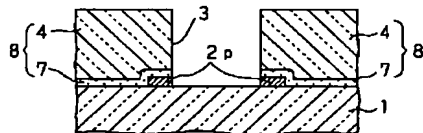
【図8】



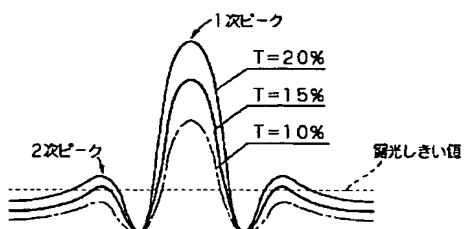
【図13】



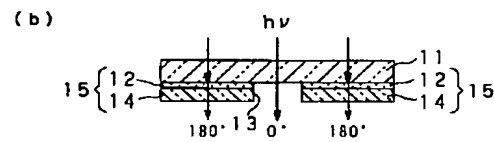
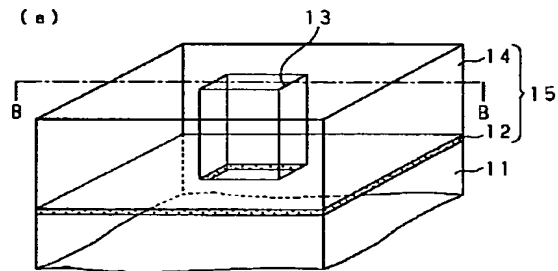
【図11】



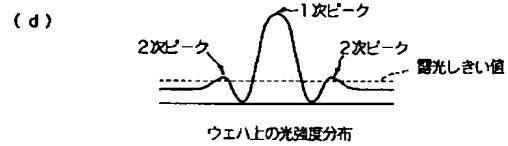
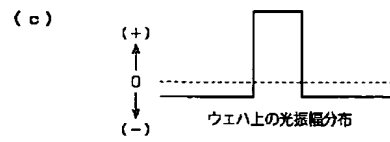
【図14】



【図12】



マスクの構造(断面図)



★SONY

P84

96-256383/26

★JP 08106151-A

Phase shift mask for photolithography in semiconductor device - has shading nature chromium film pattern mounted inside quartz substrate so as to reduce transparency rate near boundary as for formation domain of half-tone phase shifter and non-forming domain on said substrate

SONY CORP 94.10.04 94JP-239817

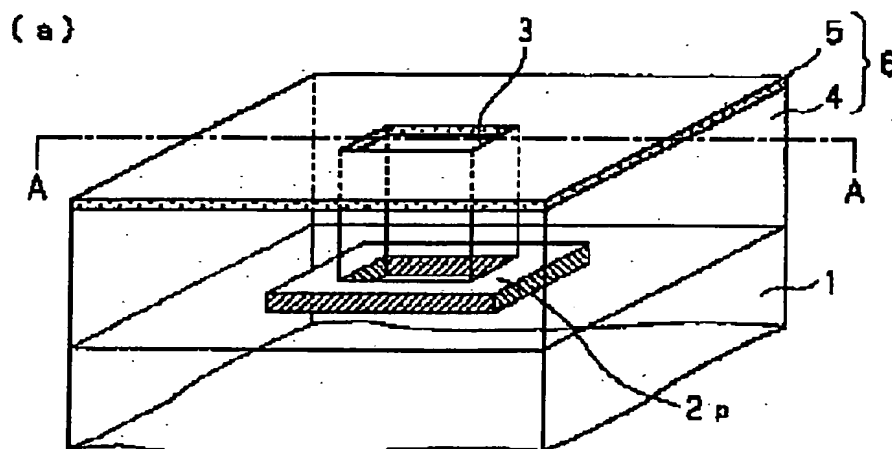
U11 (96.04.23) G03F 1/08, I101L 21/027

The mask includes a quartz substrate (1) to which a predetermined pattern of a half-tone phase shifter (6) is formed. The phase shifter is made up of a spin-on-glass film (4) and a low penetrable chromium film (5) of about 20 nm thick. A shading nature Cr film pattern (2p) of about 40 nm thick is mounted inside the substrate through an opening (3).

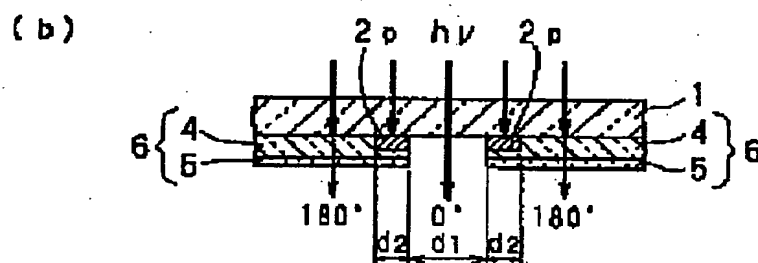
The pattern is formed in proportion to a contact hole in the substrate. The pattern enables the reduction of the transparency rate as for the formation domain of the phase shifter and the non-forming domain on the substrate.

ADVANTAGE - Provides effectiveness in mfr. of highly integrated device. Improves contrast by increasing intensity of primary peak which contributes to formation of image. (8pp Dwg.No.1/14)

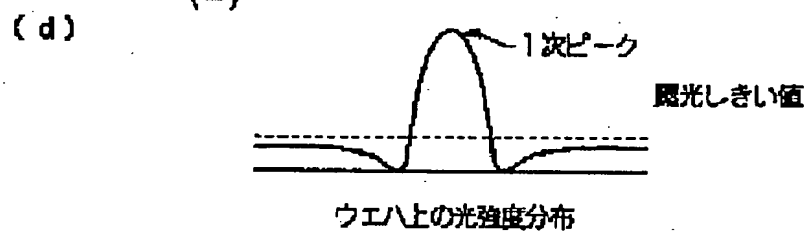
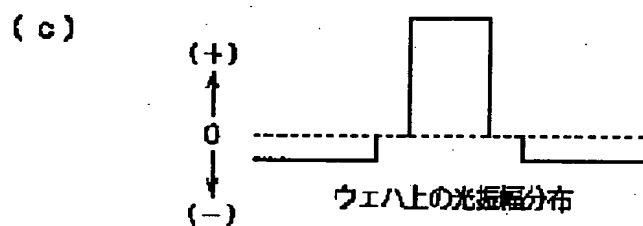
N96-215537



ハーフトーン型位相シフト・マスクの構造 (斜視図)



マスクの構造 (断面図)



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.